

鄂尔多斯沙地土壤生物结皮的理化性质

崔 燕 吕贻忠 李保国

(中国农业大学资源与环境学院 教育部土壤-植物重点实验室 北京 100094)

摘 要 本文通过野外取样和室内分析相结合,对鄂尔多斯沙地不同植物群落下的土壤生物结皮的理化性质进行了初步的研究。研究表明沙地固定的时间越久,其下的生物结皮越多,厚度也越大,结皮的厚度在 0.3~1.5cm 之间;在流动沙丘表面形成生物结皮后,结皮中的颗粒组成发生明显的变化,其中 0.25~0.05mm 级别的粗砂粒明显减少,而且随着结皮形成的厚度增加,其减少的幅度越大,最大减少的幅度可达 30%;随着结皮厚度的增加,结皮的容重也明显增大,室内测定的毛管持水量明显增加,表现出强烈“非孔隙吸水现象”。但较厚的生物结皮也具有明显的阻水作用,也是导致老固定沙丘植物群落衰退的原因之一。结皮厚度越大,其有机质、全 N、全 P、速效 N、速效 P、速效 K 含量也越高,且以沙地柏下的各种养分含量最高,结皮中的最高有机质含量是流沙的 13.5 倍(未除去生物残体时),说明生物结皮具有显著的养分富积作用。随着有机含量的增加,其 C/N 和 C/P 比呈增加趋势,而 pH 有轻微的下降趋势。总之,通过对鄂尔多斯沙地生物结皮的初步分析,可以明显看出沙地生物结皮对土壤理化性质有明显的影响,对沙地的生态系统的影响需要进一步研究。

关键词 鄂尔多斯沙地;生物结皮;养分;水分

中图分类号 S152.75

土壤结皮可分为物理结皮和生物结皮^[1]。物理结皮通常是土壤粘粒在雨水、径流等外力的物理作用下,使土壤表层孔隙堵塞而成型的一层土表硬壳;生物结皮是有不同种类的低等生物组分与其下很薄的土壤共同形成的一个复合的生物土壤层^[2]。在干旱、半干旱的砂质荒漠化地区,地表生物结皮的形成是固定沙丘形成的重要标志,预示荒漠化生境的转变。从上世纪80年代以来,国外很多学者对生物土壤结皮进行了多方面的研究^[3~6];国内对沙坡头地区土壤结皮形成机理以及固沙植被的影响进行了研究^[7~10],对晋西黄绵土结皮和坡耕地黄壤土结皮的理化性质进行了实验研究^[11~14]得出许多有益的结论。

本研究通过对鄂尔多斯砂质荒漠化生物土壤结皮的理化性质的分析,探讨该地区固定沙丘不同灌丛植被下的生物土壤结皮的理化性质以及对土壤水分和养分的影响,为荒漠化综合防治模式提供合理的科学依据。

1 试验地点与方法

1.1 试验区基本概况

采样地点选择在中科院植物研究所鄂尔多斯沙

地草地生态研究站站区(北纬 39°29', 东经 110°10')附近,行政区划上属于伊金霍洛旗霍洛乡石灰庙 4 队。该区地位于鄂尔多斯高原东部,为毛乌素沙地一部分。气候上处于半干旱向干旱区的过渡带,其自然景观过渡性强。年降水量 355 mm,但 80 % 的保证率只有 244.3 mm,降水分布不均,变化大,主要集中在 7~9 月,占全年降水的 60 %~70 %。区内植被以稀疏低矮的沙生灌丛植物为主,主要植被有油蒿,沙地柏,沙柳,羊柴。海拔 1300 m 左右,热量资源丰富,年均气温在 6.2℃, > 10℃ 的持续天数为 149 天,积温 2751.3℃。区内地表物质松散,沙源物质丰富,风大且频,风沙活动强烈,沙暴日数平均 26 天,春季沙暴日数最多,达 9.3 天,占全年的 36 %。

1.2 样品采集与分析方法

2002 年 7 月 12 日在内蒙古自治区伊克昭盟鄂尔多斯地区的中科院植物研究所鄂尔多斯沙地草地生态研究站站区及站区附近,分别取 4 种典型的灌丛植物(油蒿,沙地柏,沙柳,羊柴)下的层状结皮,其中油蒿下、沙地柏下、沙柳下的结皮表面有 0.3 mm 高的藻类植物,带回室内分析其主要理化性质。4 种灌丛植物均呈聚居状分布,表现为不同的

植被群落类型。沙地柏群落的呈匍匐状生长，冠层高度<1 m，但覆盖度高达 90 %以上，沙丘固定时间有 40 余年；沙柳、油蒿灌丛的覆盖度在 50 %左右，羊柴的覆盖度在 30 %左右；油蒿、沙柳沙地固定的时间在 20 余年，而羊柴沙地固定时间约 12 年。

测定方法^[15]如下：容重：用蜡封法；颗粒组成：吸管法；有机质：外热源法；全 N：半微量开氏法，全 P：钼锑抗比色法；速效 N：碱解扩散法；速效 P：钼锑抗吸光光度法；速效 K：火焰光度法。

2 结果与讨论

2.1 生物土壤结皮的物理性质

3.1.1 不同植被下生物土壤结皮的机械组成

结皮的颗粒组成中粗粉砂粒明显增多。由表 1

可知，各种生物土壤结皮的机械组成都是以细砂和粗粉砂为主，粉、粘粒含量都很低，粉粒与粘粒之和一般< 100 g/kg，沙地柏下结皮粉粘粒之和略大 100 g/kg，砂粒的含量都在 900 g/kg 以上，质地为沙质土。但对比不同结皮的各个粒级的含量，发现各结皮中的粗粉砂粒（0.05 ~ 0.02 mm）均远高于流沙中的粗粉砂粒，而且结皮越厚，其粗粉砂粒含量越高。沙地柏下结皮中的粗粉砂粒高达 369.6 g/kg，是流沙中的 16 倍；羊柴下结皮中的粗粉砂粒在 4 种结皮中最低，而结皮中的细砂粒（0.25 ~ 0.05 mm）含量则相反。与流沙相比，不同植被下结皮中的粗粉砂粒呈富积状态，而细砂粒呈减少趋势，这与段争虎等人研究的结果相符^[7]，这说明生物结皮的形成与生物结皮吸附了大量的降尘有关。

表 1 不同植被下的生物土壤结皮的颗粒组成

Table 1 Particle composition of soil microbiotic crust under different vegetation

不同结皮	粒级	不同的粒级含量 (g/kg)				
		粗砂 (1 ~ 0.25 mm)	细砂 (0.25 ~ 0.05 mm)	粗粉砂 (0.05 ~ 0.02 mm)	粉粒 (0.02 ~ 0.002 mm)	粘粒 (< 0.002 mm)
沙地柏下结皮		22.6	503.4	369.6	37.8	66.6
油蒿下结皮		179.6	498.0	225.8	41.8	54.8
沙柳下结皮		73.6	624.4	203.2	49.8	49.0
羊柴下结皮		146.7	708.3	62.2	16.4	66.4
流 沙		233.5	715.7	23.1	19.9	16.8

2.1.2 不同植被下生物土壤结皮的厚度 不同植物下结皮的厚度不同。从表 2 可知，沙地柏下结皮厚度最大，羊柴下结皮厚度最小。原因：各结皮形成的年龄不同。沙地柏、沙柳和油蒿处的植被已有超过 40 年的历史，而羊柴处的植被为 1987 年左右飞播，羊柴结皮形成的时间短。随着固沙年限的增加，沙面生物结皮逐渐发育，一般可将其发育阶段分为松脆粉状结皮、松脆薄片结皮、较紧密片状结皮和紧密片状、块状结皮；与植物覆盖度有

关。沙地柏植被为匍匐植物，覆盖度大，地表遮荫良好，有利于低等喜荫植物的生长，形成藻结皮。据胡春香^[12]等研究，藻结皮中分布有蓝藻、绿藻、硅藻、裸藻等藻类，所以其结皮较厚。

2.1.3 不同植被下生物土壤结皮的容重和饱和持水量 厚度大的结皮容重值较大。由表 2 可见这几种结皮的容重均比流沙的容重值高。沙地结皮有较高的紧实度和硬度，较厚的结皮其抗压能力较强^[16]，说明在结皮的形成过程中富集的细颗粒在低

表 2 不同植被下的生物土壤结皮的主要物理性质

Table 2 Physical properties of soil microbiotic crust under different vegetation

结皮种类	物理性质	植物盖度 (%)	结皮厚度 (cm)	结皮容重 (g/cm) ³	孔隙度 (%)	毛管持水量 (g/kg)
沙地柏灌丛下结皮		90 ~ 100	1.5	1.89	28	571.3
油蒿下灌丛结皮		50 ~ 60	1.2	1.87	29	533.5
沙柳灌丛下结皮		50 ~ 60	1.2	1.81	31	452.6
羊柴灌丛下结皮		30	0.4	1.73	34	235.0
流 沙		0	0	1.50	43	200.5

等生物的作用下被胶结的更紧密,使容重增加,空隙度减小。沙地柏灌丛的结皮的容重值高达 1.89 g/cm^3 ,远远高于一般土壤的容重值。结皮有较高的紧实度可提高固定沙地的抗风蚀能力,降低沙地的风蚀作用。

不同结皮的毛管持水量不同,且与其孔隙度呈背离趋势。将结皮放在盘中,下垫滤纸,让其充分吸水饱和,然后用烘干法测定结皮的含水量,为其毛管含水量。由表 2 可见沙地柏下结皮的毛管持水量最大,其次是油蒿下结皮,羊柴下结皮的毛管持水量最小。从饱和持水量来看,结皮的毛管持水量除羊柴下的结皮外,均显著地高于其总孔隙度,表现出强烈的“非孔隙吸水现象”。这种吸水作用主要是与结皮中的高湿胀性的有机物质含量有关^[16]。结皮中的有机质含量比流沙或结皮的土壤高得多,尤其是结皮表面含有大量的苔藓、地衣、藻类等低等植物。一般土壤有机质的吸水性也可达自身重量的 5 倍,而苔藓、藻类、地衣的吸水能力可高达自身总量的数十倍。这种超常的吸水特性加上沙地生物结皮具有很强的吸水能力,从而使沙地生物结皮具有较高的持水量。

结皮高持水量可以使降雨较多地保留在土壤结皮表面,有利于结皮中低等生物的生长和繁殖。如果地表的覆盖度高,可以使结皮保持较长时间的湿润期而延长苔藓、地衣、藻类以及低等维管植物的生长期,而形成较厚的结皮。通过观察不同厚度的沙地生物结皮,可以看出:在较厚的生物结皮表面的绿藻生长茂密,有的可达 $1 \sim 3 \text{ mm}$ 高,而在较薄的结皮上则看不到密集绿藻群落。因此,结皮的形成是地表低等生物与结皮持水性能交互作用的结果。如果地表完全裸露,降雨后很快形成干沙层而不利于低等生物在流沙表面的定植,从而不利于结皮的形成,而具有一定覆盖度的沙地,降雨后由于植被的遮避作用,使得灌丛基部保持较长的湿润时间,为低等植物的定植和生长争取了时间。因此,沙地生物结皮往往首先在固定沙丘或半固定沙丘的灌丛下形成,而生物结皮的形成又促进了沙地的固定效果,因而沙地生物结皮的形成被认为是固定沙丘的诊断标志之一。

生物结皮超高的持水特性对固定沙地的固沙灌丛植物的生长则不利。由于生物结皮的比较紧实,使土壤的入渗速率大大降低,降低了降雨的入渗深度,不利于土壤剖面底层土壤水分的补给;另一方

面,在鄂尔多斯的半干旱气候条件下,春季、夏季的降雨多以小雨为主,上述持水量为质量含水量, 1 cm 结皮的饱和持水量相当于 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 含水量,因而使得在固定沙丘结皮较厚的地方,低于 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 的降雨只是保留在土壤结皮中,而难以下渗到植物根层,而在流动沙丘或半固定沙丘上,低于 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 降雨量仍能入渗到较深的土壤层。郭柯等^[13]研究表明 $> 1 \text{ mm}$ 的降雨对流动沙地土壤水分的补给就有效果,但 $< 5 \text{ mm}$ 的降雨基本上会被固定沙地的表土层吸收,对根系层土壤水分的补给效果不大。在固定沙地大暴雨还会因发生地表径流而降低其补给土壤水分的有效性。因此,固定沙地的灌丛的长势往往不如半固定沙丘或流动沙丘的灌丛长势。因此,沙地生物结皮的出现是流动沙地向固定沙地转变的标志,也是荒漠化逆转的信号,但过厚的生物结皮则会导致灌丛的衰退和演替。

2.2 生物土壤结皮的化学性质

2.2.1 不同植被下生物土壤结皮的 pH 值状况

土壤 pH 是土壤的重要化学性质。它直接影响植物的生长和微生物的活动以及土壤的其他性质与肥力状况。4 种结皮当中沙地柏下结皮的 pH 值最小为 7.43,其次是油蒿结皮为 7.59;再次是沙柳下结皮为 7.69,最大的是羊柴下结皮为 8.14。沙柳下结皮,沙地柏下结皮,油蒿下结皮的 pH 值很接近,都在 7.6 左右,而羊柴下结皮的 pH 值则偏高为 8.14。这可能是因为沙柳、沙地柏和油蒿下结皮表面都生长有细小的匍匐植物,它们的根系生长过程中要分泌酸类物质^[16],植物的残体分解也产生腐殖酸,而使土壤 pH 值偏低,羊柴下结皮表面没有细小的匍匐植物,因此土壤 pH 值比其他的结皮高。土壤 pH 值的降低可能与有机质的形成有关(表 3、4)。

对比表 3 和表 4 可以看出:除去结皮的植物残体后,其有机质及全 N、速效 N 含量值都显著降低,但全 P、速效 P 的含量变化不大,因而导致 C/P 比去除植物残体后显著降低,说明植物残体中的 P 含量较少,结皮中的 P 主要保存于土壤颗粒中。

2.2.2 不同植被下生物土壤结皮的速效养分

速效养分是能够被植物直接利用的养分。沙柳下结皮,沙地柏下结皮,油蒿下结皮的速效 N, P, K 含量很相近,速效 N 含量都在 $82 \sim 96 \text{ mg/kg}$ 之间,速效 P 含量都在 $7.4 \sim 10.6 \text{ mg/kg}$ 之间,速效 K 含量都在 $132 \sim 161 \text{ mg/kg}$ 之间。速效 N 含量沙柳下结皮最高为 95.06 mg/kg ,速效 P 含量沙地柏下结皮最高

为 10.57 mg/kg，速效 K 含量沙地柏下结皮最高为 160.38 mg/kg，而羊柴下结皮的速效养分都是最低，速效 N、P、K 分别为 41.48、5.62、104.49 mg/kg。结皮的厚度越大，结皮中的速效养分含量也越高。流沙的各项速效养分都很低，这是因为流沙表面没有生长植物，没有凋落物的补给(表 3、表 4)。

表 3 不同植被下生物土壤结皮的养分含量（去除微管植物等）与 pH 值
Table 3 Nutrient contents and pH of soil microbiotic crust under different vegetation

结皮名称	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	速 N (mg/kg)	速 P (mg/kg)	速 K (mg/kg)	pH	C/N	C/P
沙地柏灌丛下结皮	27.84	1.12	0.56	84.48	10.57	160.38	7.43	24.8	49.6
油蒿下灌丛结皮	25.63	1.04	0.41	82.89	7.44	136.43	7.59	24.8	62.4
沙柳灌丛下结皮	22.86	1.08	0.43	95.06	7.86	132.44	7.69	21.2	53.3
羊柴灌丛下结皮	8.09	0.41	0.29	41.48	5.62	104.49	8.14	19.8	27.9

表 4 未除去生物土壤结皮中微管植物时结皮的养分含量
Table 4 Nutrient contents of crust without removing moss plant

结皮名称	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	速 N (mg/kg)	速 P (mg/kg)	C/N	C/P
沙地柏灌丛下结皮	49.81	1.88	0.62	128.16	13.23	26.5	80.3
油蒿下灌丛结皮	37.95	1.42	0.47	112.41	9.97	26.7	80.6
沙柳灌丛下结皮	32.20	1.67	0.47	138.62	12.81	19.3	68.5
羊柴灌丛下结皮	8.09	0.41	0.29	41.48	5.62	19.8	27.9
流 沙	3.70	0.31	0.25	22.1	1.28	11.9	14.8

3.2.3 不同植被下生物土壤结皮的全效养分和有机质 沙地生物结皮对土壤养分具有强烈的富集作用。沙柳下结皮、沙地柏下结皮、油蒿下结皮的全 N，全 P 含量很接近，全 N 含量都在 1 ~ 1.2 g/kg 之间，全 P 含量都在 0.4 ~ 0.6 g/kg 之间，有机质含量都在 22.86 ~ 27.84 g/kg 之间。全 N 含量沙地柏下结皮最高为 1.12 g/kg，全 P 含量沙地柏下结皮最高为 0.56 g/kg，沙地柏下结皮有机质含量最高。这些养分含量都显著地高于流沙的养分含量，其中有机质和全 N 分别是流沙的 13.5 倍和 6.1 倍(未除去微植物残体)，可见结皮对养分有强烈的富集作用。

结皮中的养分含量与结皮的厚度及形成时间有关。从表 3、表 4 可以看出，沙地柏下结皮的有机质含量和全 N，全 P 含量高于其他结皮，这是因为沙地柏下结皮形成的时间久，地上植被覆盖度高，使沙地柏下灌丛下结皮中的低等生物生物量大于其他结皮，加速了对养分的富集作用。沙柳下结皮和油蒿下结皮的有机质含量和全 N，全 P 含量很接近，是因为这两种结皮的厚度大致相同，形成的时间也比较短。而羊柴下结皮为很薄的菌类结皮，形成的时间短，表面没有绿色的藻类植物，有机 C 的合成

能力低，富积的养分较少。因此羊柴下结皮的各项养分含量在 4 种结皮中最低（表 3、表 4）。全效养分体现土壤供养的潜力，它的大小直接影响到地表植物的生长。

土壤的 C/N 比和 C/P 比对土壤养分转化及供应至关重要。从表 3 可以看出，4 种结皮土壤和流沙的 C/N<25:1，C/P < 200 ~ 300，比流沙和一般土壤的 C/N 和 C/P 高得多，说明结皮中的低等沙地在养分极端贫瘠的条件下具有更大的适应性，也说明结皮中的低等生物具有较强的 C 素固定能力，它们的存在对荒漠地区的 C 素循环有重要的影响。

4 结 论

(1) 4 种结皮的机械组成都是以细砂和粗粉砂为主，但与流沙有所不同，流沙的机械组成以粗砂和细砂为主，结皮与流沙质地都属于砂土。随着结皮的发育，结皮中粗粉粒含量逐渐增加，植被覆盖越大，沙地固定时间越长，则差异越明显。其中 0.25 ~ 0.05 mm 级别的粗砂粒明显减少，而且随着结皮形成的厚度增加，其减少的幅度越大，最大减少的幅度可达 30 %。

至关重要。从表 3 可以看出, 4 种结皮土壤和流沙的 $C/N < 25:1$, $C/P < 200 \sim 300$, 比流沙和一般土壤的 C/N 和 C/P 高得多, 说明结皮中的低等沙地在养分极端贫瘠的条件下具有更大的适应性, 也说明结皮中的低等生物具有较强的 C 素固定能力, 它们的存在对荒漠地区的 C 素循环有重要的影响。

4 结 论

(1) 4 种结皮的机械组成都是以细砂和粗粉砂为主, 但与流沙有所不同, 流沙的机械组成以粗砂和细砂为主, 结皮与流沙质地都属于砂土。随着结皮的发育, 结皮中粗粉粒含量逐渐增加, 植被覆盖越大, 沙地固定时间越长, 则差异越明显。其中 $0.25 \sim 0.05 \text{ mm}$ 级别的粗砂粒明显减少, 而且随着结皮形成的厚度增加, 其减少的幅度越大, 最大减少的幅度可达 30 %。

(2) 随着结皮厚度的增加, 其容重有逐渐增大的趋势; 结皮中大量的有机质含量, 使结皮的持水性能大大提高, 饱和持水量明显增加, 表现出强烈“非孔隙吸水现象”。但较厚的生物结皮也具有明显的阻水作用, 也是导致老固定沙丘植物群落衰退的原因之一。

(3) 4 种结皮的 pH 值除羊柴下结皮偏高外, 其他 3 者相差不大, 流沙的 pH 值最高, 随着结皮厚度的增加, pH 值有微弱的减小趋势, 这主要是有机质积累的结果。

(4) 结皮厚度越大, 其有机质、全 N、全 P、速效 N、速效 P、速效 K 含量也越高, 且以沙地柏下结皮的各种养分含量最高, 结皮中的最高有机质含量是流沙的 13.5 倍 (未除去生物残体时), 说明生物结皮具有显著的养分富集作用。随着有机含量的增加, 其 C/N 和 C/P 比呈增加趋势, 可见结皮对养分有聚集的作用。

参考文献

- 1 杨晓辉, 张克斌, 赵云杰. 生物土壤结皮—荒漠化地区土壤研究的热点问题. 生态学报. 2001, 21 (3): 474 ~ 480
- 2 李新荣, 贾玉奎, 龙利群, 王新平, 张景光. 干旱半干旱地区土壤微生物结皮的生态学意义及若干研究进展. 中国沙漠, 2001, 21 (1): 4 ~ 11
- 3 Brotherson JD and Rushforth SR. Influence of cryptogamic crusts on moisture relationships of soil in Navajo National Monument Arizona. Great Basin Naturalist, 1983, 43: 73~78
- 4 West NE. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semiarid regions. Advances in Ecological Research, 1990, 20: 179 ~ 223
- 5 Belnap J, Harper KT and Warren SD. Surface disturbance of cryptobiotic soil crusts: Nitrogenase activity chlorophyll content, and Chlorophyll degradation. Arid Soil Research and Rehabilitation, 1994, 8: 1 ~ 8
- 6 Eldridge DJ and Greene RSB. Microbiotic soil crusts: a review of their roles in soil and ecological processes in the rangelands of Australia. Australian Journal of Soil Research, 1994, 32: 389 ~ 415
- 7 段争虎, 刘新民, 屈建军. 沙坡头地区土壤结皮形成机理的研究. 干旱区研究, 1996, 13(2): 31 ~ 36
- 8 蔡强国, 陆兆熊. 黄土发育表土结皮过程和微结构分析的试验研究. 应用基础与工程科学学报, 1996, 4(4): 360 ~ 370
- 9 凌裕泉, 屈建军, 胡汶. 沙面结皮形成与微环境变化. 应用生态学报, 1993, 4(4): 393 ~ 398
- 10 张光远, 蔡崇法. 黄绵土结皮的微形态特征及某些理化性质的研究. 见: 中国-加拿大. 晋西黄土高原土壤侵蚀规律实验研究文集. 北京: 水利电力出版社, 1990, 58 ~ 67
- 11 吴发启, 范文波. 坡耕地黄土善土结皮的理化性质分析. 水土保持通报, 2001, 21(4): 22 ~ 24
- 12 胡春香, 刘永定, 宋立荣, 黄泽波. 半荒漠藻结皮中藻类的种类组成和分布. 应用生态学报, 2000, 11(1): 61 ~ 65
- 13 郭柯, 董学军, 刘志茂. 毛乌素沙地沙丘土壤含水量特点—兼论老固定圣地上油蒿衰退原因. 植物生态学报, 2000, 24(3): 275 ~ 279
- 14 李新荣, 张景光, 王新平, 刘立超, 肖洪浪. 干旱沙漠区土壤微生物结皮及其对固沙植被影响的研究. 植物学报, 2000, 42(9): 965 ~ 970
- 15 崔健宇, 江荣风. 土壤农化分析实验. 北京: 中国农业大学出版社, 1998
- 16 胡春香, 张德禄, 刘永定, 黄泽波, Paulsen BS. 荒漠结皮的胶结机理. 科学通报, 2002, 47(12): 931 ~ 937

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL MICROBIOTIC CRUSTS ON ERDOS PLATEAU

CUI Yan LV Yi-zhong LI Bao-guo

(Resources and Environment College, Soil-Plant LAB, China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract Soil microbiotic crusts play an important role in the tibba ecosystem. By field sampling, some original soil microbiotic crusts were gathered and their physico-chemical properties were analyzed. The results revealed that the longer the sand dunes have been fixed, the thicker and the more biocrusts are formed. The thickness of the crusts under four different types of plant community ranges within 0.3 ~ 1.5cm. The fraction of coarse sands in the crusts (0.25 ~ 0.05mm) decreased by as much as 30%, and the thicker the microbiotic crusts, the less the coarse sands. But the bulk density of the microbiotic crusts increased with the thickness, and so did the capillary moisture capacity. The reason maybe is the high moisture absorption by biomaterial like lichen, algae, etc in the soil microbiotic crust. However thick microbiotic crusts might hinder water movement. Nutrient analysis of the crusts revealed that as the crusts increased in thickness. SOM, total N, available N increased remarkably, total P and available P increased a little and pH decreased slightly, which illuminated the soil microbiotic crusts had a strong function of enriching soil water and soil nutrients in the Erdos Tibba (semi-arid).

Key words Erdos plateau, Microbiotic crust, Soil nutrient, Soil water

(上接第 196 页)

CARBON AND NITROGEN POOL IN FOREST SOIL UNDER *PINUS SYLVESTRIS* VAR. *MONGOLICA*

GUO Ran¹ WANG Xiao-ke¹ LIU Kang² YANG Fan²

(1 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085;

2 Department of Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract Based on field investigations of Honghuaerji, the native habitat of *Pinus sylvestris* var. *mongolica*, it was found that in the forest soil organic Carbon, and total Nitrogen were significantly correlated with soil texture, especially with silt content, showing a correlation coefficient being as high as 0.7028 and 0.7209, respectively, but negatively with bulk density, being 0.5760 and 0.5937, respectively in correlation coefficient. In comparison with the forestland under white birch and farmland, the forestland under *Pinus sylvestris* var. *mongolica* was relatively lower in content of SOC and TN, being 19.5kg/m² and 1.8kg/m² respectively. At the same time, SOC and TN in the forestland under *Pinus sylvestris* var. *mongolica* were also found related to topography. Generally, they were higher in the soil on the sunny slope than in the shady slope and in the down slope than in the upper slope. Besides, they were increasing with age of the forest and rising to the peak when the forest was 25 years old, and then showed a decreasing trend after it was 30 years old, which was closely related to change in soil texture. So was the difference in SOC and TN contents between soils under different plant communities.

Key words *Pinus sylvestris* var. *mongolica*, Soil organic Carbon, Total Nitrogen